

PATENT ABSTRACTS OF JAPAN

(11)Publication number : 05-335212

(43)Date of publication of application : 17.12.1993

(51)Int.Cl.

H01L 21/027
G03F 9/00

(21)Application number : 04-164230

(71)Applicant : CANON INC

(22)Date of filing : 29.05.1992

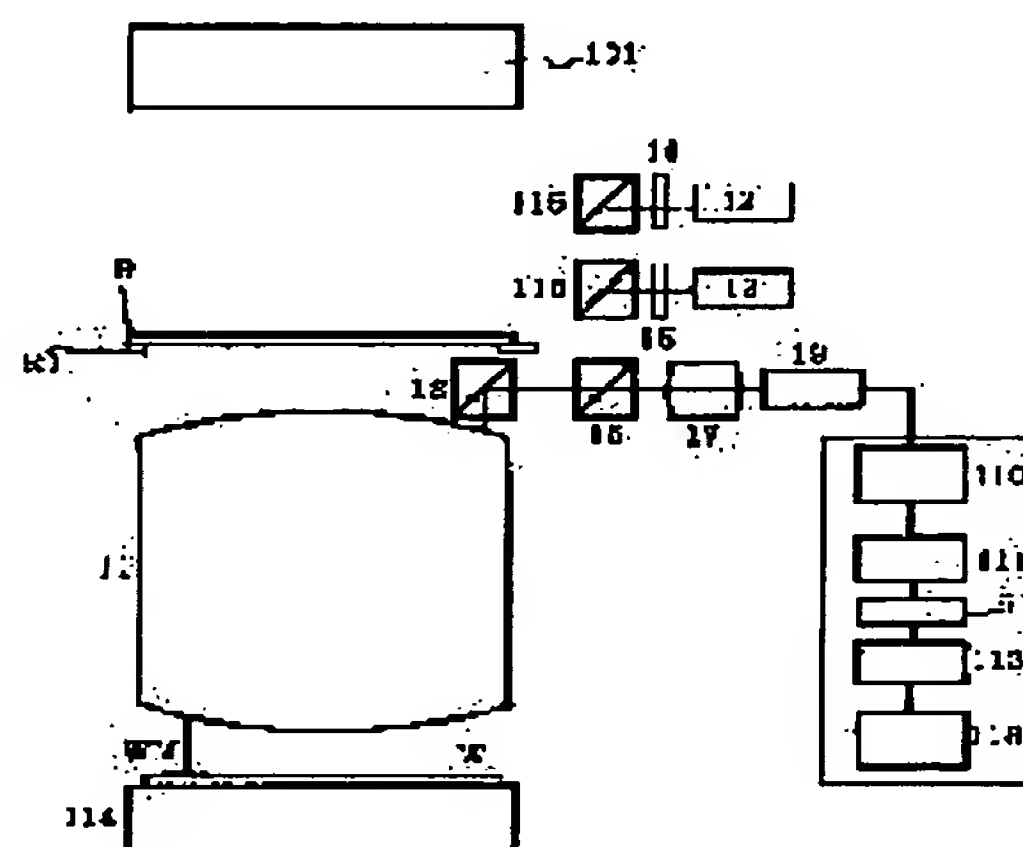
(72)Inventor : TAKAKURA SHIN

(54) ALIGNMENT DEVICE AND PROJECTION ALIGNER USING THE SAME

(57)Abstract:

PURPOSE: To automatically fit an alignment means and a processing parameter without measuring a vernier mark for error inspection by a method wherein the dispersion of a measuring operation is used as a characteristic quantity which is related to the accuracy of the measuring operation when the alignment means and the processing parameter are changed.

CONSTITUTION: A wafer alignment mark WM for a shooting operation to observe a wafer W is fed to a position under the optical axis of a projection optical system 11 by means of a wafer stage 114; it is held in a position which can be observed by means of an image sensing device 19. Then, the wafer alignment mark WM is irradiated with light from an HeNe laser in an illumination light source 12. A measuring parameter is optimized; a set of optimum parameters as a first alignment means is held. Then, it is changed over to an illumination by halogen light from an illumination light source 13; a measuring parameter as a second alignment means is optimized again. The variance of the two sets of parameters are compared, and the one with variance value is selected.



LEGAL STATUS

[Date of request for examination]

[Date of sending the examiner's decision of

rejection]

[Kind of final disposal of application other
than the examiner's decision of rejection or
application converted registration]

[Date of final disposal for application]

[Patent number]

[Date of registration]

[Number of appeal against examiner's
decision of rejection]

[Date of requesting appeal against
examiner's decision of rejection]

[Date of extinction of right]

*** NOTICES ***

JPO and NCIPi are not responsible for any damages caused by the use of this translation.

1. This document has been translated by computer. So the translation may not reflect the original precisely.

2. **** shows the word which can not be translated.

3. In the drawings, any words are not translated.

CLAIMS

[Claim(s)]

[Claim 1] Image formation of the alignment mark prepared on the body side is carried out on an image pick-up means side through projection optics. When performing relative alignment of this body and this image pick-up means using the signal acquired from this image pick-up means, A detection means detects this alignment mark. While determining the parameter of the 1st alignment means based on change of the characteristic quantity of this mark signal acquired by changing a processing parameter to the mark signal acquired at this time, the 2nd alignment means detects the alignment mark on this body side. The parameter of this 2nd alignment means is determined from change of the characteristic quantity of this mark signal acquired by changing a processing parameter to the mark signal acquired at this time. Alignment equipment which determines the processing parameter of the mark signal concerning the alignment means chosen based on the characteristic quantity concerning this 1st and 2nd alignment means, and is characterized by performing alignment using the this chosen alignment means and the selected processing parameter.

[Claim 2] Image formation of the alignment mark prepared on the wafer side is carried out through projection optics on the image pick-up means side which took the reticle and the synchronization. Relative alignment of this wafer and this image pick-up means is performed using the signal acquired from this image pick-up means. When carrying out projection exposure of the pattern on a reticle side on this wafer side according to this projection optics, A detection means detects this alignment mark. While determining the parameter of the 1st alignment means based on change of the characteristic quantity of this mark signal acquired by changing a processing parameter to the mark signal acquired at this time, the 2nd alignment means detects the alignment mark on this wafer side. The parameter of this 2nd alignment means is determined from change of the characteristic quantity of this mark signal acquired by changing a processing parameter to the mark signal acquired at this time. The projection aligner which determines the processing parameter of the mark signal concerning the alignment means chosen based on the characteristic quantity concerning this 1st and 2nd alignment means, and is characterized by performing alignment using the this chosen alignment means and the selected processing parameter.

[Translation done.]

*** NOTICES ***

JPO and NCIPi are not responsible for any damages caused by the use of this translation.

1. This document has been translated by computer. So the translation may not reflect the original precisely.
2. **** shows the word which can not be translated.
3. In the drawings, any words are not translated.

DETAILED DESCRIPTION

[Detailed Description of the Invention]

[0001]

[Industrial Application] In case this invention measures the location relevant to the shot field on a semi-conductor wafer and carries out alignment of each shot in the step-and-repeat type projection aligner for the manufacturing installations of a semiconductor device about the alignment equipment with which two or more fields on a body are carried out a desired location, and it carries out alignment (alignment) to order, and the projection aligner using it especially, it is suitable.

[0002]

[Description of the Prior Art] It is proposed [that the alignment equipment which carries out alignment of the reticle to the shot field on a semi-conductor wafer in the step-and-repeat type projection aligner for semiconductor device manufacture, i.e., a stepper, is more various than before, and].

[0003] For example, in JP,63-232321,A, these people only measured the location about the shot field on a wafer, and have proposed the extremely excellent alignment equipment which can carry out alignment of all the shot fields on a wafer to the location relevant to a reticle with high precision.

[0004]

[Problem(s) to be Solved by the Invention] Generally a semiconductor device is created through multiple processes. For this reason, it changes [that an optical operation of an alignment mark is various, and] with change, thickness, etc. of the covering of the matter of a wafer substrate, an alignment mark level difference, and sensitization material (resist) for every process.

[0005] By the conventional alignment approach, in order to cope with this, it has two or more alignment means, and it corresponded by choosing these suitably and inputting the processing parameter in detection of an alignment mark by immobilization or the manual. It had not been it not only having great time amount in selection of an alignment means, or selection of an alignment parameter, but having chosen the not necessarily optimal alignment means and the optimal alignment parameter for this reason.

[0006] By setting up an alignment means, an alignment parameter, etc. appropriately, even if this invention passes through various processes, it detects the alignment mark on a wafer side with high precision and efficiently, and it aims at offer of the suitable alignment equipment especially for the projection aligner of a step-and-repeat mold when alignment of a reticle and a wafer can be performed with high precision, and the projection aligner using it.

[0007]

[Means for Solving the Problem] The alignment equipment of this invention carries out image formation of the alignment mark prepared on the body side on an image pick-up means side through projection optics. When performing relative alignment of this body and this image pick-up means using the signal acquired from this image pick-up means, A detection means detects this alignment mark. While determining the parameter of the 1st alignment means based on change of the characteristic quantity of this mark signal acquired by changing a processing parameter to the mark signal acquired at this time, the 2nd alignment means detects the alignment mark on this body side. The parameter of this 2nd alignment means is determined from change of the characteristic quantity of this mark signal acquired by changing a processing parameter to the mark signal acquired at this time. The processing parameter of the mark signal concerning the alignment means chosen based on

the characteristic quantity concerning this 1st and 2nd alignment means is determined, and it is characterized by performing alignment using the this chosen alignment means and the selected processing parameter.

[0008] Moreover, the projection aligner of this invention carries out image formation of the alignment mark prepared on the wafer side through projection optics on the image pick-up means side which took the reticle and the synchronization. Relative alignment of this wafer and this image pick-up means is performed using the signal acquired from this image pick-up means. When carrying out projection exposure of the pattern on a reticle side on this wafer side according to this projection optics, A detection means detects this alignment mark. While determining the parameter of the 1st alignment means based on change of the characteristic quantity of this mark signal acquired by changing a processing parameter to the mark signal acquired at this time, the 2nd alignment means detects the alignment mark on this wafer side. The parameter of this 2nd alignment means is determined from change of the characteristic quantity of this mark signal acquired by changing a processing parameter to the mark signal acquired at this time. The processing parameter of the mark signal concerning the alignment means chosen based on the characteristic quantity concerning this 1st and 2nd alignment means is determined, and it is characterized by performing alignment using the this chosen alignment means and the selected processing parameter.

[0009]

[Example] Drawing 1 is the important section schematic diagram of the projection aligner for semiconductor device manufacture (stepper) which used the alignment equipment of this invention.

[0010] In this drawing, R is a reticle, and the electronic-circuitry pattern is formed on the field, and it is supported by the reticle stage R1. Reticle R is illuminated by the illumination system 101 with exposure light. W is a wafer (body), and it is formed in a part of the front face so that the wafer alignment mark WM for location detection may become parallel [one side] to the location detection direction.

[0011] It is a XYZ stage (stage), and 114 is laying Wafer W and is movable to the XY direction and a Z direction. 11 is projection optics and is carrying out contraction projection of the circuit pattern on the Rth page of a reticle on the Wth page of a wafer.

[0012] In this example, the exposure light irradiated from the illumination system 101 illuminates the reticle R in which the electronic-circuitry pattern was formed, and carries out projection exposure of this electronic pattern at the wafer W laid in the stage 114 through projection optics 11.

[0013] In this example, relative alignment of Reticle R and Wafer W is performed as follows in advance of this exposure actuation.

[0014] In drawing 1, the oscillation dominant wavelength is 612nm in the source [according / 13 / to a halogen LGT] of the illumination light for alignment according [the oscillation dominant wavelength] to 632.8nm in the source of the illumination light for alignment according [12] to HeNe laser. These sources 12 and 13 of the illumination light are changed by operating shutters 14 and 15 by turns according to the surface state of the wafer mark WM.

[0015] It reflects by the mirror 115 (116) and the flux of light from the source 12 of the illumination light (13) illuminates the wafer alignment mark WM currently formed in the wafer W laid in the stage 114 through a beam splitter 16, a mirror 18, and projection optics 11. The wafer alignment mark WM consists of what arranged the mark (a bar mark, WM1-WM4) of the shape of two or more bar at equal intervals as shown in drawing 2 (A).

[0016] The flux of light reflected by the wafer alignment mark WM reaches a beam splitter 16 through projection optics 11 and a mirror 18 again, penetrates a beam splitter 16, and forms the image of the wafer alignment mark WM in the image pick-up side of image pick-up equipment 19 through the image formation optical system 17. Photo electric conversion of the image of the wafer alignment mark WM was carried out with image pick-up equipment 19, and the electrical signal has been acquired.

[0017] Each above element 12 (13), 14 (15), and 115 (116), 16, 18, 17 and 19 constitute an element of a detection means from this example.

[0018] 110 is A/D-conversion equipment and changes into a two-dimensional digital signal train the image of the wafer alignment mark WM by which photo electric conversion was carried out with image pick-up equipment 19. 111 integrates each pixel value from A/D-conversion equipment 110 in

the right-angled direction (in this case, the direction of Y) in the direction (in this case, the direction of X) which detects a wafer alignment mark location in each of the processing window W_k ($k=1-12$) set as the location where the plurality of the wafer alignment mark WM as been addition equipment and shown in drawing 2 (B) differs, and is the 1-dimensional digital signal train S_k . (x) is obtained. Window W_k which set the pixel data value on an image memory to $P(X, Y)$ They are $Y_{k1} \leq Y \leq Y_{k2}$, then S_k about the range of the direction of Y. (x) is [0019].

[Equation 1]

$$S_k(x) = \sum_{Y=Y_{k1}}^{Y_{k2}} P(X, Y) \quad \dots\dots\dots (1)$$

It is expressed.

[0020] As shown in drawing 2 (B) in fact, they are 12 windows W_k . It sets up and is each window W_k . The digital signal train as related and shown in drawing 2 (C) has been acquired.

[0021] In the image generally picturized, as for the edge signal part of the wafer alignment mark WM, contrast changes rapidly compared with other parts. For this reason, it is the digital signal train S_k . Since the contrast of a right-angled direction (the direction of X) is emphasized and S/N is raised in the addition direction, as for (X), a steep peak and depression are observed by this signal part.

[0022] It is a digital signal S_k about alignment with the wafer [on this example and as opposed to image pick-up equipment 19] W. It is carrying out by detecting the location of each wafer alignment mark WM from (X). In addition, the system [system / using the source 12 of the illumination light] using the 1st alignment means and the source 13 of the illumination light is made into the 2nd alignment means at this time.

[0023] It sets to location detection of the wafer alignment mark WM, and is each digital signal train S_1 of drawing 2 (B). Processing same about S_{12} (X) is performed from (X). By the following explanation, it is the digital signal train S_k of arbitration. (X) is taken for the example. Detection measures the location by the template-matching method about each bar mark (WM1-WM4), and makes the mean position of each location the measurement location of the wafer alignment mark WM. Matching whenever [in the point x of the arbitration of the point of arbitration] $E(x)$ is obtained by the matching valuation plan shown by the bottom formula when it is referred to as $S(x)$ which shows the digital signal part of the bar mark of one to drawing 3 (A) and a template is made into drawing 3 (B).

[0024]

[Equation 2]

$$E(x) = \sum_i \{ S(x+i) - P(i) \}^2 \quad \dots\dots\dots (2)$$

$$i = \left(i \mid -c - \frac{w}{2} \leq i \leq -c + \frac{w}{2} \cup c - \frac{w}{2} \leq i \leq c + \frac{w}{2} \right) \quad \dots\dots\dots (3)$$

The parameters C and W in an upper type mean the scope of a template, and have become what C expressed the core of a scope and W expressed the width of face of a scope to. It is XP about the x-coordinate value from which match whenever $E(x)$ becomes maximum. It carries out and is XP. XP made into the core The location of a wafer alignment mark is measured by count of the center-of-gravity location of E whenever [in several points of the surroundings / match].

[0025] Thus, after computing the location of each bar mark, the average value of all locations is calculated, and it is the digital signal train S_k . The location of the wafer alignment mark WM in (X) is detected.

[0026] Since this digital wave changes under the effect of the production process of a semiconductor device, or resist thickness by this example as a template, the template which prepares some kinds, and performs matching evaluation similarly about each, among those shows whenever [largest match] has been adopted here.

[0027] Thus, each window W_k The location of the wafer alignment mark WM set and detected is set

to PWM_k (k=1-12). The location PWM of a final wafer alignment mark is calculated by the lower formula.

[0028]

[Equation 3]

$$PWM = \frac{1}{12} \sum_{K=1}^{12} PWM_K \quad \dots\dots\dots (4)$$

In this example, the relative position of Reticle R and image pick-up equipment 19 is beforehand measured first by another means in the case of the alignment of Reticle R and Wafer W. That is, Reticle R and image pick-up equipment 19 have taken the synchronization beforehand. For this reason, relative location doubling of Wafer W and image pick-up equipment 19 is performed, and this is performing alignment (alignment) of Reticle R and Wafer W.

[0029] Next, the alignment illumination light for wafer alignment mark measurement and the approach of optimization of a measurement parameter are explained.

[0030] Although there are addition width of face in each window, a template configuration, a template scope (Core C, width of face W), etc. as a parameter of measurement, for example, the template scope which becomes the main factors about precision is adjusted here.

[0031] Line breadth fluctuation of one alignment mark in the factor about the alignment which changes in each process of semiconductor device manufacture is. For example, drawing 4 (A) is the cross section of the wafer alignment mark at the time of etching the wafer alignment mark part 41 and vapor-depositing aluminum (aluminum) 42 by sputtering. Edge 42a appears inside the line breadth imprinted from the reticle so that more clearly than this drawing, and the edge location of a wafer alignment mark is narrow.

[0032] On the other hand, it turns out that drawing 4 (B) etches parts other than a wafer alignment mark, and edge 42a of a wafer alignment mark appears in a location larger than the line breadth imprinted by the reticle in this case although the case where aluminum (aluminum) 42 is vapor-deposited is shown.

[0033] Change of such line breadth may come size depending on the process in which the wafer alignment mark was formed, and may serve as Lycium chinense. In that case, when the location where the edge signal of a wafer alignment mark appears is changed and an edge signal part separates from the fixed template effective width, the fall of S/N occurs. In other words, the parameter optimal in S/N is catching an edge signal part the neither more nor less.

[0034] As an evaluation scale in the case of setting up the optimal parameter, it is strongly influenced [regular] from a viewpoint of the above-mentioned S/N of a random noise. It is possible to adopt measurement dispersion at the time of measuring the part from which the wafer alignment mark differed. that is, -- general -- a stationary -- it is because dispersion in these measurement, i.e., distribution, tends to become large so that the effect of a random noise becomes large.

[0035] Drawing 5 is drawing explaining the optimization part of the parameter of drawing 1. The image pick-up equipment 19 of drawing 5, A/D-conversion equipment 110, addition equipment 111, the parameter generator 51, and location detection equipment 112 are the same as that of a wafer alignment mark detection part.

[0036] In drawing 5, the parameter set generator 51 generates the group of a parameter to which the template scope was changed in the meaningful range, and is passed to location detection equipment 112. 113 -- a characteristic quantity extractor -- it is -- here -- each window W_k every -- location PW_k of the wafer alignment mark WM [distribution -- 0037]

[Equation 4]

$$\sigma = \frac{1}{n-1} \sum_{k=1}^n (PW_k - m)^2 \quad \dots\dots\dots (5)$$

$$m = \frac{1}{n} \sum_{k=1}^n PW_k \quad \dots\dots\dots (6)$$

$$n = 1, 2 \quad \dots\dots\dots (7)$$

It comes out and asks and the variance of the measurement location between the windows corresponding to the group and each group of a parameter is held.

[0038] Next, after the parameter generator 51 generates the group of a new parameter and carries out location detection, the group and the above-mentioned variance of a parameter with the new characteristic quantity extractor 113 are held. Finally a group with the smallest distribution is repeatedly outputted as optimal parameter among the groups of these parameters until the parameter generator 51 finishes generating a new parameter for this loop formation.

[0039] Here, multiple-times measurement of the wafer alignment mark WM on the wafer W in the condition of having carried out the servo feedback instead of sigma, and having been stabilized may be carried out, and the measurement dispersion may be adopted. By the parameter generator's 51 generating the group of a parameter comprehensively, and feeding back the variance which is an evaluation value, even if it generates a parameter by the so-called mountain-climbing retrieval-technique and calculates the minimal value, the almost same effectiveness is acquired.

[0040] Drawing 6 (A) shows the example of the digital signal train after the addition of the wafer alignment mark in a wafer process. It is a high line chart that the distributed value change of the measurement value between the windows at the time of drawing 6 (B) taking the core C of the scope of a template along an axis of abscissa, and taking the width of face W of a template scope along an axis of ordinate is shown etc.

[0041] 61 of drawing 6 (B) is a location where distribution shows min, and shows that the group of the parameter of the location is the optimal in S/N. Moreover, drawing 7 (A) shows the example of the digital signal train after the addition of the pattern with which another line breadth differs.

[0042] Although it is a high line chart that drawing 7 (B) expressed change of distribution like drawing 6 (B) etc., as shown in 71 in this case, it differs from the case where the location which shows the minimum value of a variance is drawing 6 (B), and it is shown that the group of the optimal parameter changed.

[0043] In this invention, such a principle is applicable also to selection of the illumination light of the optimal wafer alignment mark. When the wafer alignment mark WM is illuminated by the flux of light of single wavelength, as it is shown in drawing 8, thickness a and b is following formula $a = k\lambda/4$ by interference of the reflected light from the front face of a resist 81, and the reflected light from a substrate 82. (8)

$b = l\lambda/4$ (9)

When (k and l satisfy natural number) of arbitration, the contrast of a wafer alignment mark may be spoiled remarkably. In addition, in drawing 8, 83 is a wafer alignment mark.

[0044] In this case, by changing the wavelength of the illumination light of the wafer alignment mark 83, by separating from the above-mentioned conditions, the contrast of a wafer alignment mark improves and S/N is improved.

[0045] Generally the improvement in contrast has the effectiveness which makes the above-mentioned variance small. Then, the group of the optimal alignment light source and a parameter is determined by choosing the group of the alignment light and the parameter which had the lowest variance after having changed the wavelength of the alignment illumination light, having observed the wafer alignment mark in each alignment light, computing the optimal parameter and computing each optimal parameter in all alignment light.

[0046] Next, the procedure of the alignment of such this example is explained. First, Wafer W is sent in on the wafer stage 114 according to a conveyance hand device (un-illustrating), and it fixes on the

wafer stage 114 by vacuum adsorption.

[0047] Next, the wafer alignment mark WM of the shot which is going to observe Wafer W is sent into the location under the optical axis of projection optics 11 by the wafer stage 114, and it holds in a location observable [with image pick-up equipment 19].

[0048] Next, the wafer alignment mark WM is illuminated by the light from the HeNe laser of the source 12 of the illumination light, a measurement parameter is optimized, and the group of the optimal parameter as the 1st alignment means is held. Next, it changes to the lighting by the halogen light of the source 13 of the illumination light, and the measurement parameter as the 2nd alignment means is optimized again.

[0049] Thus, compare the group and variance of 2 sets of obtained parameters, choose the group of the small illumination light of a variance, and a parameter, and the storage of a non-illustrated control computer is made to memorize, and in case alignment actuation is started next, this illumination light and the group of a measurement parameter are used.

[0050] Thus, although selection of the illumination light and selection of a parameter may be performed at one shot In order to raise the precision of optimization more, a parameter is optimized at two or more shots in Wafer W. Output the average of the parameter, and the average of distribution and the average of the variance in each illumination light is compared. But the illumination light and parameter which chose the source of the illumination light and parameter which show a small value, and the processing parameter at this time was stored in the control computer, and were chosen at the time of alignment actuation may be used.

[0051] Next, use the alignment illumination light and parameter which were memorized by the control computer, the wafer stage 114 is made to drive with a non-illustrated stage control device according to the location which performed and carried out alignment of the alignment of Wafer W, and it is exposing by step-and-repeat one.

[0052] Furthermore, in case alignment of the wafer of the same process conditions as the measured wafer W is carried out, alignment is performed by referring to the optimal illumination light memorized by the storage in said control computer, and the optimal parameter.

[0053]

[Effect of the Invention] Even if it passes through various processes by setting up an alignment means, an alignment parameter, etc. appropriately as mentioned above according to this invention, the alignment mark on a wafer side can be detected with high precision and efficiently, and the suitable alignment equipment especially for the projection aligner of a step-and-repeat mold when alignment of a reticle and a wafer can be performed with high precision, and the projection aligner using it can be attained.

[0054] In addition, according to this invention, change of the configuration of an alignment mark and change of optical reflective conditions are received. An alignment mark is beforehand observed with two or more alignment means. Extent of measurement dispersion of the location of an alignment mark in some parts from which an alignment mark differs as characteristic quantity relevant to the measurement precision when changing a processing parameter in each alignment means is adopted. By determining a processing parameter with which the precision of dispersion becomes the smallest as a processing parameter which detects an alignment mark with the most sufficient precision It becomes possible fitting [an alignment means and a processing parameter] automatically, without carrying out alignment, baking a wafer and measuring the vernier mark for error assay, and it becomes possible to raise alignment precision.

[0055] Furthermore, in case according to this invention an alignment means and a processing parameter are changed and an alignment mark is observed, multiple-times measurement of the alignment mark is carried out. By making the measurement dispersion into the characteristic quantity relevant to the measurement precision when changing an alignment means and a processing parameter It becomes possible fitting [an alignment means and a processing parameter] automatically, without carrying out alignment, baking a wafer and measuring the vernier mark for error assay, and it becomes possible to raise alignment precision.

[Translation done.]

*** NOTICES ***

JPO and NCIPi are not responsible for any damages caused by the use of this translation.

1. This document has been translated by computer. So the translation may not reflect the original precisely.
2. **** shows the word which can not be translated.
3. In the drawings, any words are not translated.

DESCRIPTION OF DRAWINGS

[Brief Description of the Drawings]

[Drawing 1] The important section schematic diagram of the example 1 of the projection aligner of this invention

[Drawing 2] The explanatory view of the alignment mark concerning this invention

[Drawing 3] The explanatory view of the template concerning this invention

[Drawing 4] The explanatory view of the alignment mark on a wafer side

[Drawing 5] Some explanatory views of drawing 1

[Drawing 6] The explanatory view of signal processing of the alignment mark concerning this invention

[Drawing 7] The explanatory view of signal processing of the alignment mark concerning this invention

[Drawing 8] The explanatory view of the reflected light from the resist on a wafer side

[Description of Notations]

11 Projection Optics

12 13 Source of the illumination light

14 15 Shutter

16 Beam Splitter

17 Image Formation Optical System

18 Mirror

19 Image Pick-up Equipment

R Reticle

W Wafer

WM Wafer alignment mark

101 Illumination System

114 XYZ Stage

115 Mirror

116 Half Mirror

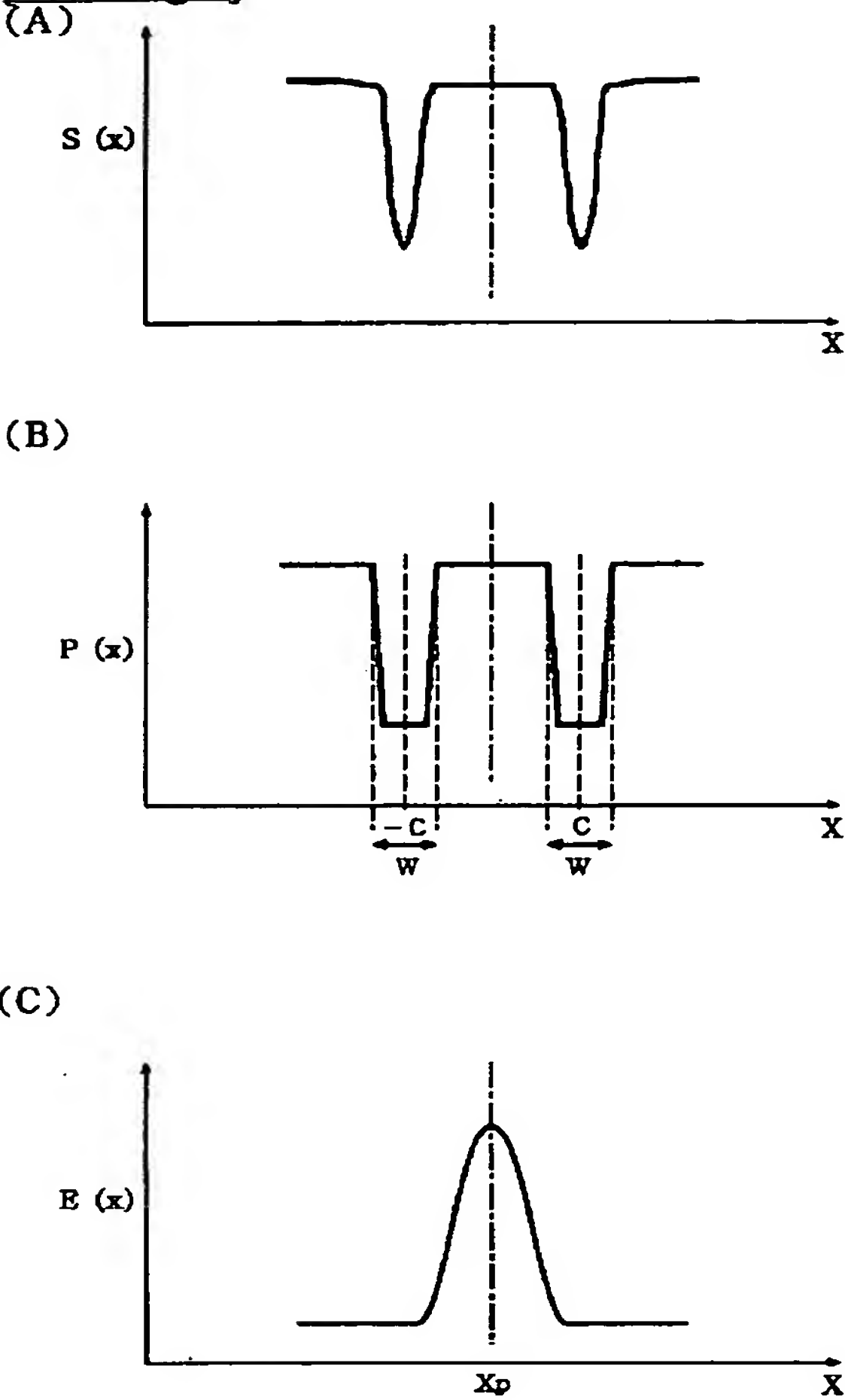
[Translation done.]

JPO and NCIPI are not responsible for any damages caused by the use of this translation.

- 1.This document has been translated by computer. So the translation may not reflect the original precisely.
- 2.**** shows the word which can not be translated.
- 3.In the drawings, any words are not translated.

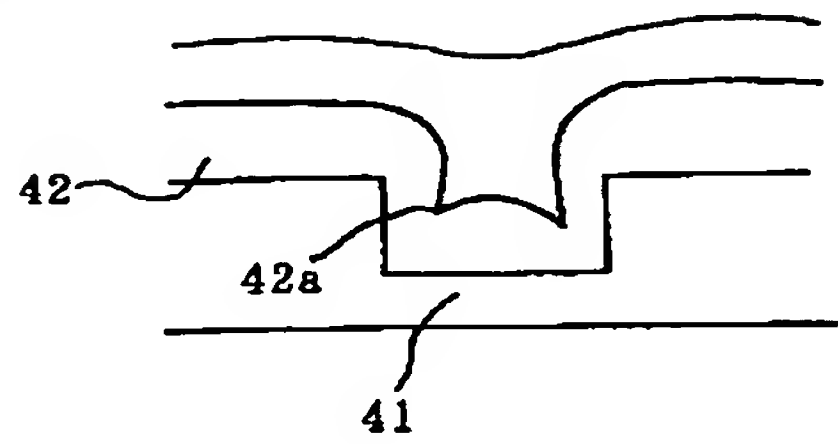
DRAWINGS

[Drawing 3]

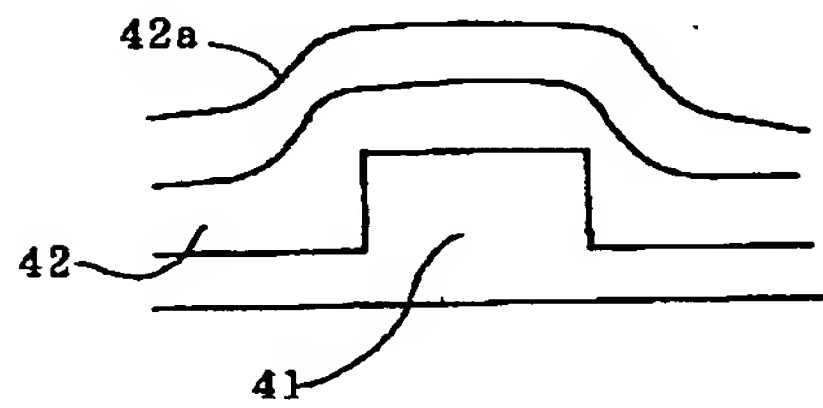


[Drawing 4]

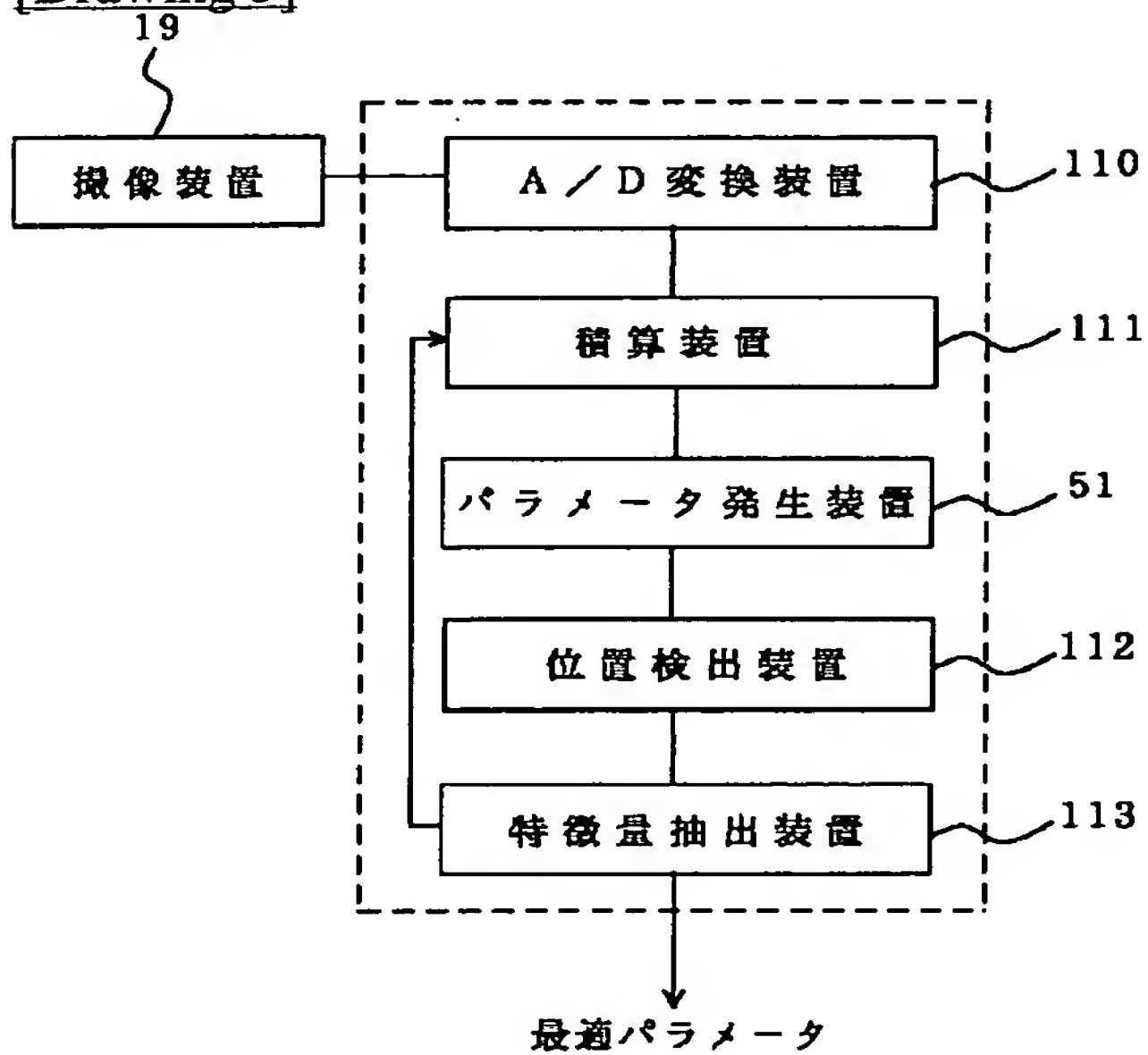
(A)



(B)

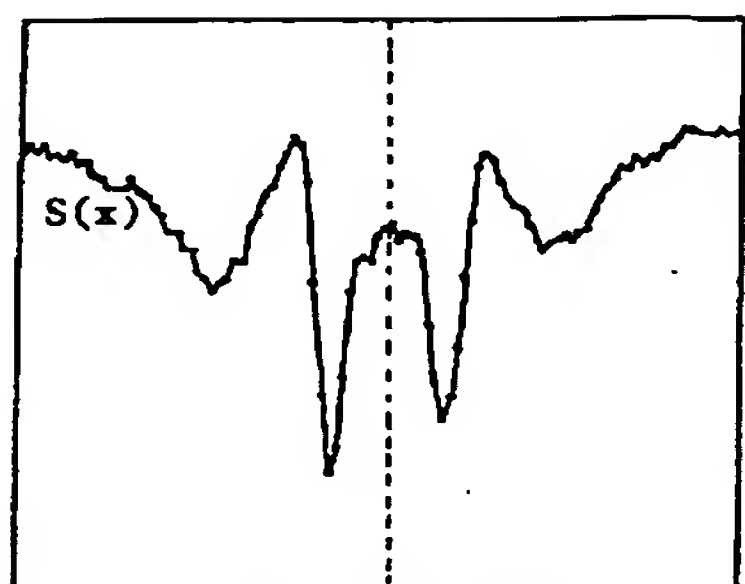


[Drawing 5]

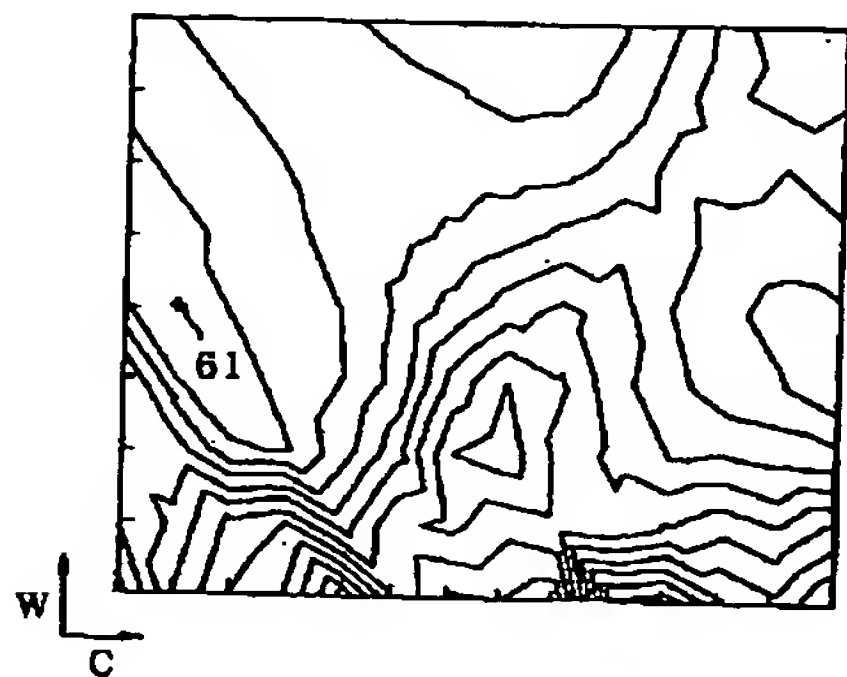


[Drawing 6]

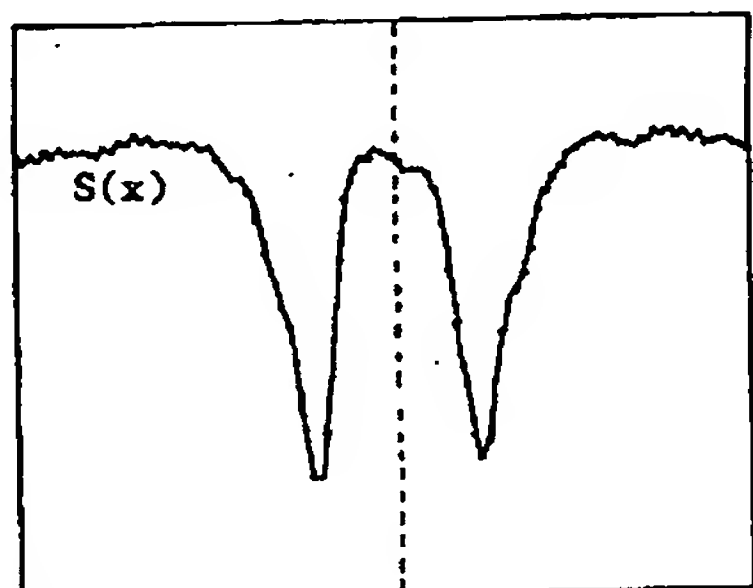
(A)



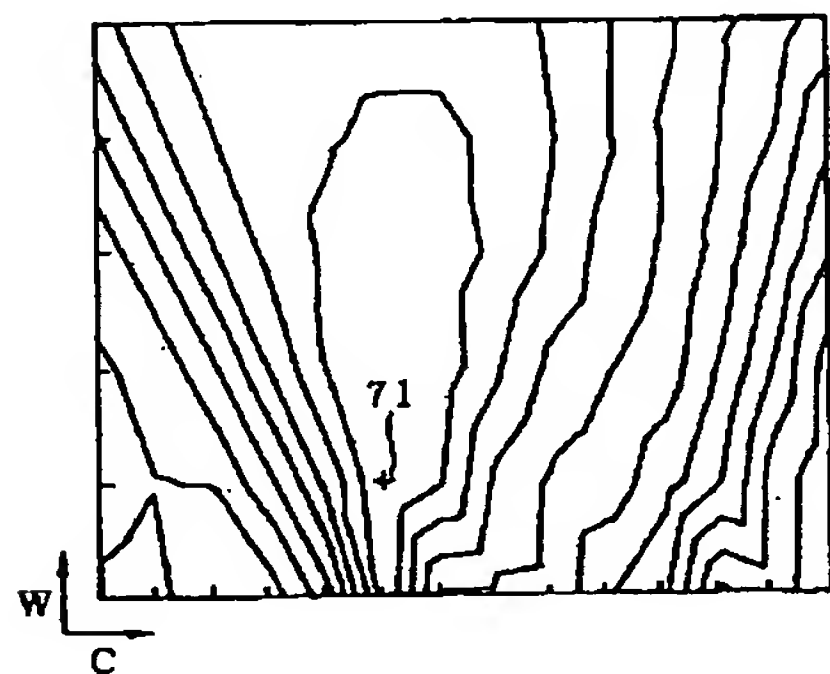
(B)

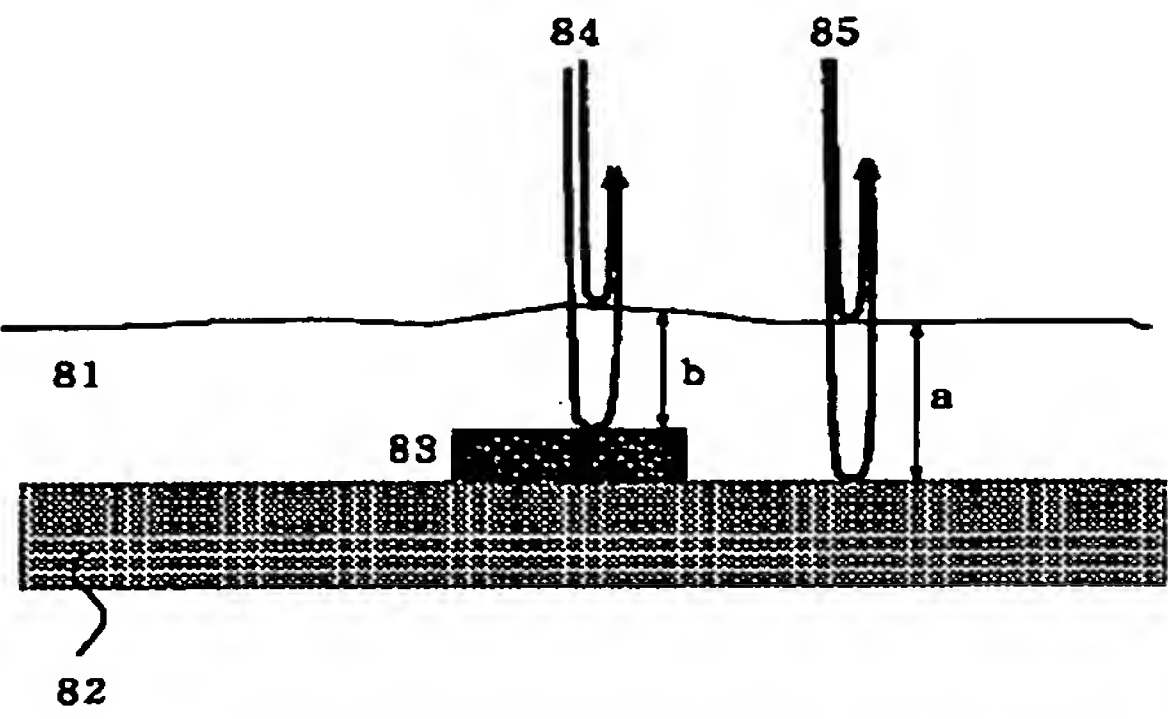
[Drawing 7]

(A)



(B)

[Drawing 8]



[Translation done.]

(19)日本国特許庁(JP)

(12)公開特許公報(A)

(11)特許出願公開番号

特開平5-335212

(43)公開日 平成5年(1993)12月17日

(51)Int.Cl. ⁵	識別記号	庁内整理番号	FI	技術表示箇所
H 0 1 L 21/027				
G 0 3 F 9/00	H 9122-2H		H 0 1 L 21/ 30	3 1 1 M
	7352-4M			3 1 1 L
	7352-4M			

審査請求 未請求 請求項の数 2(全 8 頁)

(21)出願番号 特願平4-164230

(22)出願日 平成4年(1992)5月29日

(71)出願人 000001007

キヤノン株式会社

東京都大田区下丸子3丁目30番2号

(72)発明者 高倉 伸

東京都大田区下丸子3丁目30番2号 キヤ
ノン株式会社内

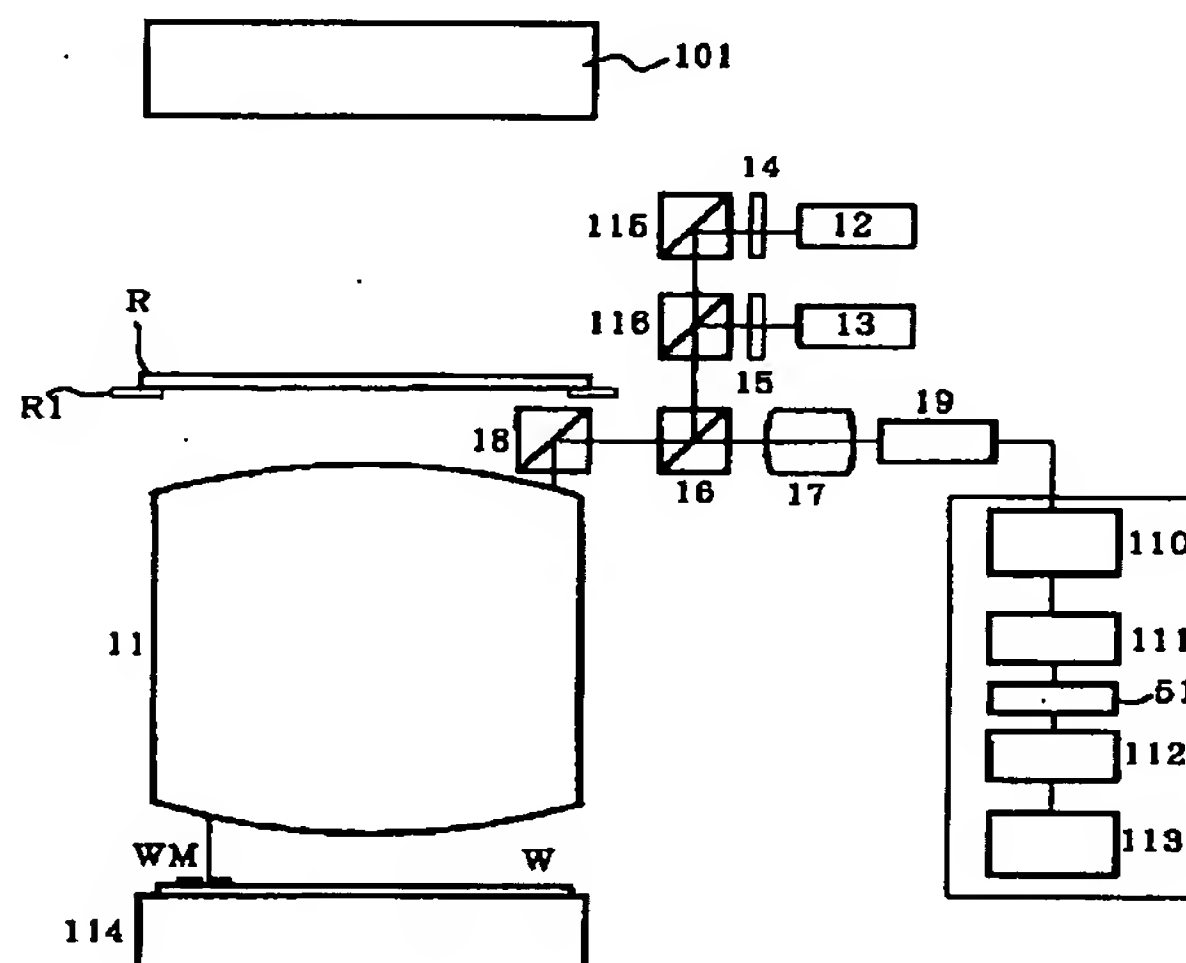
(74)代理人 弁理士 高梨 幸雄

(54)【発明の名称】 位置合わせ装置及びそれを用いた投影露光装置

(57)【要約】

【目的】 半導体素子を製造する際にレチクルとウエハとの位置合わせを高精度に行なうことができる位置合わせ装置及びそれを用いた投影露光装置を得ること。

【構成】 投影光学系を介して撮像手段面上に結像させたウエハマーク信号を利用してウエハと撮像手段との位置合わせを行う際、ウエハマーク信号に対して処理パラメータを変化させることにより得られる該マーク信号の特徴量の変化に基づいて第1アライメント手段のパラメータを決定すると共に第2アライメント手段でウエハマークを検出し、このとき得られるマーク信号に対して処理パラメータを変化させることにより得られる該マーク信号の特徴量の変化より該第2アライメント手段のパラメータを決定し、該第1、第2アライメント手段に係る特徴量に基づいて選択したアライメント手段に係るマーク信号の処理パラメータを決定し、該選択したアライメント手段と選択した処理パラメータとを用いて位置合わせを行っていること。



【特許請求の範囲】

【請求項 1】 物体面上に設けたアライメントマークを投影光学系を介して撮像手段面上に結像させ、該撮像手段から得られる信号を利用して該物体と該撮像手段との相対的な位置合わせを行う際、検出手段で該アライメントマークを検出し、このとき得られるマーク信号に対して処理パラメータを変化させることにより得られる該マーク信号の特徴量の変化に基づいて第 1 アライメント手段のパラメータを決定すると共に第 2 アライメント手段で該物体面上のアライメントマークを検出し、このとき得られるマーク信号に対して処理パラメータを変化させることにより得られる該マーク信号の特徴量の変化より該第 2 アライメント手段のパラメータを決定し、該第 1、第 2 アライメント手段に係る特徴量に基づいて選択したアライメント手段に係るマーク信号の処理パラメータを決定し、該選択したアライメント手段と選択した処理パラメータとを用いて位置合わせを行っていることを特徴とする位置合わせ装置。

【請求項 2】 ウエハ面上に設けたアライメントマークを投影光学系を介してレチクルと同期をとった撮像手段面上に結像させ、該撮像手段から得られる信号を利用して該ウエハと該撮像手段との相対的な位置合わせを行い、レチクル面上のパターンを該投影光学系により該ウエハ面上に投影露光する際、検出手段で該アライメントマークを検出し、このとき得られるマーク信号に対して処理パラメータを変化させることにより得られる該マーク信号の特徴量の変化に基づいて第 1 アライメント手段のパラメータを決定すると共に第 2 アライメント手段で該ウエハ面上のアライメントマークを検出し、このとき得られるマーク信号に対して処理パラメータを変化させることにより得られる該マーク信号の特徴量の変化より該第 2 アライメント手段のパラメータを決定し、該第 1、第 2 アライメント手段に係る特徴量に基づいて選択したアライメント手段に係るマーク信号の処理パラメータを決定し、該選択したアライメント手段と選択した処理パラメータとを用いて位置合わせを行っていることを特徴とする投影露光装置。

【発明の詳細な説明】

【0001】

【産業上の利用分野】 本発明は所望の位置に物体上の複数の領域を順にアライメント（位置合わせ）をする位置合わせ装置及びそれを用いた投影露光装置に関し、特に半導体素子の製造装置用のステップアンドリピートタイプの投影露光装置において、半導体ウエハ上のショット領域に関連する位置を計測し各ショットをアライメントする際に好適なものである。

【0002】

【従来の技術】 従来より半導体素子製造用のステップアンドリピートタイプの投影露光装置、即ちステッパーにおいて、レチクルを半導体ウエハ上のショット領域に位

置合わせする位置合わせ装置が種々と提案されている。

【0003】 例えば本出願人は特開昭 63-232321 号公報において、ウエハ上のショット領域に関する位置を計測するだけで、レチクルに関連する位置にウエハ上の全てのショット領域を高精度にアライメントすることができる極めて優れた位置合わせ装置を提案している。

【0004】

【発明が解決しようとする課題】 一般に半導体素子は複数のプロセスを経て作成される。この為ウエハ下地の物質、アライメントマーク段差、感光材（レジスト）のカバーリングの変化及び膜厚等によって各プロセス毎にアライメントマークの光学的作用が種々と変化する。

【0005】 従来の位置合わせ方法では、これに対処するために複数のアライメント手段を有し、これらを適宜選択しアライメントマークの検出における処理パラメータを固定、又はマニュアルで入力することにより対応していた。この為アライメント手段の選択やアライメントパラメータの選択に多大な時間を有するのみならず、必ずしも最適なアライメント手段や最適のアライメントパラメータを選択していることにはなっていなかった。

【0006】 本発明はアライメント手段及びアライメントパラメータ等を適切に設定することにより、種々のプロセスを経てもウエハ面上のアライメントマークを高精度に、しかも効率良く検出し、レチクルとウエハとの位置合わせを高精度に行なうことができる、特にステップアンドリピート型の投影露光装置に好適な位置合わせ装置及びそれを用いた投影露光装置の提供を目的とする。

【0007】

【課題を解決するための手段】 本発明の位置合わせ装置は、物体面上に設けたアライメントマークを投影光学系を介して撮像手段面上に結像させ、該撮像手段から得られる信号を利用して該物体と該撮像手段との相対的な位置合わせを行う際、検出手段で該アライメントマークを検出し、このとき得られるマーク信号に対して処理パラメータを変化させることにより得られる該マーク信号の特徴量の変化に基づいて第 1 アライメント手段のパラメータを決定すると共に第 2 アライメント手段で該物体面上のアライメントマークを検出し、このとき得られるマーク信号に対して処理パラメータを変化させることにより得られる該マーク信号の特徴量の変化より該第 2 アライメント手段のパラメータを決定し、該第 1、第 2 アライメント手段に係る特徴量に基づいて選択したアライメント手段に係るマーク信号の処理パラメータを決定し、該選択したアライメント手段と選択した処理パラメータとを用いて位置合わせを行っていることを特徴としている。

【0008】 又本発明の投影露光装置は、ウエハ面上に設けたアライメントマークを投影光学系を介してレチクルと同期をとった撮像手段面上に結像させ、該撮像手段

から得られる信号を利用して該ウエハと該撮像手段との相対的な位置合わせを行い、レチクル面上のパターンを該投影光学系により該ウエハ面上に投影露光する際、検出手段で該アライメントマークを検出し、このとき得られるマーク信号に対して処理パラメータを変化させることにより得られる該マーク信号の特徴量の変化に基づいて第1アライメント手段のパラメータを決定すると共に第2アライメント手段で該ウエハ面上のアライメントマークを検出し、このとき得られるマーク信号に対して処理パラメータを変化させることにより得られる該マーク信号の特徴量の変化より該第2アライメント手段のパラメータを決定し、該第1、第2アライメント手段に係る特徴量に基づいて選択したアライメント手段に係るマーク信号の処理パラメータを決定し、該選択したアライメント手段と選択した処理パラメータとを用いて位置合わせを行っていることを特徴としている。

【0009】

【実施例】図1は本発明の位置合わせ装置を用いた半導体素子製造用の投影露光装置（ステッパー）の要部概略図である。

【0010】同図においてRはレチクルであり、その面上には電子回路パターンが形成されており、レチクルステージR1に支持されている。レチクルRは照明系101により露光光で照明されている。Wはウエハ（物体）であり、その表面の一部には位置検出用のウエハアライメントマークWMが一辺が位置検出方向と平行となるように形成されている。

【0011】114はXYZステージ（ステージ）であり、ウエハWを載置しており、XY方向及びZ方向に移動可能となっている。11は投影光学系であり、レチクルR面上の回路パターンをウエハW面上に縮小投影している。

【0012】本実施例では照明系101から照射された露光光は、電子回路パターンが形成されたレチクルRを照明し、投影光学系11を介してステージ114に載置されたウエハWに該電子パターンを投影露光する。

【0013】本実施例ではこの露光動作に先立ち、レチクルRとウエハWの相対的な位置合わせを次のようにしている。

$$S_k(x) = \sum_{Y=Y_{k1}}^{Y_{k2}} P(X, Y) \quad \dots\dots\dots (1)$$

と表わされる。

【0020】実際には図2（B）に示すように12個のウインドウW_kを設定し、各々のウインドウW_kに関して図2（C）に示すようなデジタル信号列を得ている。

【0021】一般に撮像した画像においてはウエハアライメントマークWMのエッジ信号部分は、他の部分に比

* 【0014】図1において、12はHeNeレーザによる位置合わせ用の照明光源で発振主波長は632.8nm、13はハロゲン灯による位置合わせ用の照明光源で発振主波長が612nmとなっている。これらの照明光源12、13はウエハマークWMの表面状態に応じてシャッター14、15を交互に動作させることにより切替えられるものとなっている。

【0015】照明光源12（13）からの光束はミラー115（116）で反射し、ビームスプリッター16、ミラー18、投影光学系11を介してステージ114に載置されたウエハWに形成されているウエハアライメントマークWMを照明する。ウエハアライメントマークWMは図2（A）に示すように複数のバー状のマーク（バーマーク、WM1～WM4）を等間隔で配列したものより成っている。

【0016】ウエハアライメントマークWMで反射した光束は再び投影光学系11とミラー18を介してビームスプリッター16に到達し、ビームスプリッター16を透過して結像光学系17を介して撮像装置19の撮像面にウエハアライメントマークWMの像を形成する。撮像装置19によりウエハアライメントマークWMの像を光電変換し、電気信号を得ている。

【0017】本実施例では以上の各要素12（13）、14（15）、115（116）、16、18、17、19は検出手段の一要素を構成している。

【0018】110はA/D変換装置であり、撮像装置19により光電変換されたウエハアライメントマークWMの像を2次元デジタル信号列に変換する。111は積算装置であり、図2（B）において示したようなウエハアライメントマークWMの複数の異なる位置に設定した処理ウインドウW_k（k=1～12）の各々でウエハアライメントマーク位置を検出する方向（この場合はX方向）に直角な方向（この場合はY方向）にA/D変換装置110からの各画素値を積算し、1次元のデジタル信号列S_k（x）を得る。画像メモリ上の画素データ値をP（X，Y）としたウインドウW_kのY方向の範囲をY_{k1} ≤ Y ≤ Y_{k2} とすればS_k（x）は

【0019】

【数1】

べてコントラストが急激に変化する。この為デジタル信号列S_k（X）は積算方向に直角な方向（X方向）のコントラストが強調され、S/Nが高められるので該信号部分には急峻なピークや落ち込みが観測される。

【0022】本実施例において撮像装置19に対するウエハWとの位置合わせをデジタル信号S_k（X）から各

々のウエハアライメントマークWMの位置を検出することにより行っている。尚、このとき照明光源12を用いる系を第1アライメント手段、照明光源13を用いる系を第2アライメント手段としている。

【0023】ウエハアライメントマークWMの位置検出においては図2(B)の各デジタル信号列 $S_i(X)$ から $S_{12}(X)$ について同一の処理が行なわれている。以下の説明では任意のデジタル信号列 $S_i(X)$ を例にとっている。検出は各々のバーマーク(WM1~WM4)*

$$E(x) = \sum_i \{S(x+1) - P(i)\}^2 \quad \dots\dots\dots (2)$$

$$i = (i \mid -c - \frac{w}{2} \leq i \leq -c + \frac{w}{2} \cup c - \frac{w}{2} \leq i \leq c + \frac{w}{2}) \quad \dots\dots\dots (3)$$

上式中のパラメータC、Wはテンプレートの有効範囲を意味し、Cは有効範囲の中心、Wは有効範囲の幅を表わしたものになっている。マッチ度 $E(x)$ が最大値になるx座標値を X_p とし、 X_p を中心とした X_p まわりの数点におけるマッチ度Eの重心位置の計算によりウエハアライメントマークの位置を計測している。

【0025】このように各々のバーマークの位置を算出したのちに全ての位置の平均値を計算し、デジタル信号列 $S_i(X)$ におけるウエハアライメントマークWMの位置を検出している。

【0026】ここでテンプレートとしては本実施例では※

$$PWM = \frac{1}{12} \sum_{K=1}^{12} PWM_k \quad \dots\dots\dots (4)$$

本実施例ではレチクルRとウエハWとの位置合わせの際には、予め別の手段により、まずレチクルRと撮像装置19との相対位置は計測されている。即ちレチクルRと撮像装置19とは予め同期をとっている。この為ウエハWと撮像装置19との相対的位置合わせを行ない、これによりレチクルRとウエハWとの位置合わせ(アライメント)を行なっている。

【0029】次にウエハアライメントマーク計測用のアライメント照明光及び計測パラメータの最適化の方法について説明する。

【0030】計測のパラメータとしては、例えば各ウインドウにおける積算幅やテンプレート形状、テンプレート有効範囲(中心C、幅W)などがあるが、ここでは精度に関して主な要因となるテンプレート有効範囲を調整している。

【0031】半導体素子製造の各プロセスで変化するアライメントに関する要因の一つにアライメントマークの線幅変動がある。例えば図4(A)はウエハアライメントマーク部分41をエッチングし、アルミニウム(A1)42をスパッタリングにより蒸着した場合のウエハ

*についてその位置をテンプレートマッチング法にて計測し各々の位置の平均位置をウエハアライメントマークWMの計測位置としている。1本のバーマークのデジタル信号部分を図3(A)に示す $S(x)$ とし、テンプレートを図3(B)とすると下式で示すマッチング評価式により、任意の点の任意の点xにおけるマッチング度 $E(x)$ が得られる。

【0024】

【数2】

※該デジタル波形が半導体素子の製造工程あるいはレジスト膜厚などの影響で変化するため、数種類用意し各々について同様にマッチング評価を行ない、その内でもっとも大きいマッチ度を示すテンプレートを採用している。

【0027】このようにしてそれぞれのウインドウ W_i において検出されたウエハアライメントマークWMの位置を PWM_k ($k=1\sim12$)とする。最終的なウエハアライメントマークの位置PWMは下の式によって計算している。

【0028】

【数3】

アライメントマークの断面である。同図より明らかなようにレチクルより転写された線幅よりも内側にエッジ42aが現われ、ウエハアライメントマークのエッジ位置が狭くなっている。

【0032】一方、図4(B)はウエハアライメントマーク以外の部分をエッチングし、アルミニウム(A1)42を蒸着した場合を示しているが、この場合にはレチクルにより転写された線幅よりも広い位置にウエハアライメントマークのエッジ42aが現われることがわかる。

【0033】このような線幅の変化は、そのウエハアライメントマークの形成されたプロセスによっては大きく異なる場合がある。その場合、ウエハアライメントマークのエッジ信号の出現する位置が変動し、固定したテンプレート有効幅からエッジ信号部分が外れることによりS/Nの低下が発生する。いい替えればS/N的に最適なパラメータはエッジ信号部分を過不足なく捉えることである。

【0034】上記S/Nの観点から最適なパラメータを設定する場合の評価尺度としては、定常ランダムなノイ

ズの影響を強く受ける。ウエハライメントマークの異なった部分を計測した際の計測ばらつきを採用することが可能である。つまり、一般には定常ランダムなノイズの影響が大きくなるほどこれらの計測のばらつき、即ち分散は大きくなる傾向があるからである。

【0035】図5は図1のパラメータの最適化部分を説明する図である。図5の撮像装置19、A/D変換装置110、積算装置111、パラメータ発生装置51、位置検出装置112はウエハライメントマーク検出部分*

$$\sigma = \frac{1}{n-1} \sum_{k=1}^n (PW_k - m)^2 \quad \dots\dots\dots (5)$$

$$m = \frac{1}{n} \sum_{k=1}^n PW_k \quad \dots\dots\dots (6)$$

$$n = 12 \quad \dots\dots\dots (7)$$

で求めパラメータの組と各々の組に対応するウインドウ間の計測位置の分散値を保持する。

【0038】次にパラメータ発生装置51が新しいパラメータの組を発生させ、位置検出をした後、特徴量抽出装置113が新しいパラメータの組と上記分散値を保持する。このループをパラメータ発生装置51が新しいパラメータを発生し終るまで繰り返し、最終的にはこれらのパラメータの組の内でもっとも分散の小さい組を最適なパラメータとして出力する。

【0039】ここで、 σ の代わりにサーボフィードバックさせ安定した状態にあるウエハW上のウエハライメントマークWMを複数回計測し、その計測ばらつきを採用してもよい。パラメータ発生装置51は、網羅的にパラメータの組を発生させても良いし、評価値である分散値をフィードバックすることにより、所謂山登り探索的な手法でパラメータを発生させ極小値を求めてもほぼ同様な効果が得られる。

【0040】図6(A)はウエハプロセスにおけるウエハライメントマークの積算後のデジタル信号列の例を示している。図6(B)は横軸にテンプレートの有効範囲の中心Cをとり、縦軸にテンプレート有効範囲の幅Wを取った際のウインドウ間の計測値の分散値の変化を示す等高線グラフである。

【0041】図6(B)の61は分散が最小を示す位置であり、その位置のパラメータの組がS/N的には最適であることを示している。又図7(A)は別の線幅の異なるパターン of 積算後のデジタル信号列の例を示している。

【0042】図7(B)は図6(B)と同様に分散の変化を表わした等高線グラフであるが、この場合71に示すように分散値の最小値を示す位置が図6(B)の場合と異っており、最適なパラメータの組が変化したこと

*と同様である。

【0036】図5においてパラメータセット発生装置51は、テンプレート有効範囲を意味ある範囲で変化させたパラメータの組を発生させて位置検出装置112に渡している。113は特徴量抽出装置であり、ここで各ウインドウW_iごとのウエハライメントマークWMの位置PW_iの分散を

【0037】

【数4】

を示している。

20 【0043】本発明において、このような原則は最適なウエハライメントマークの照明光の選択にも適用することができる。単一の波長の光束でウエハライメントマークWMを照明した場合、図8に示すようにレジスト81の表面からの反射光と下地82からの反射光の干渉により厚さa、bが下記の式

$$a = k\lambda/4 \quad \dots\dots\dots (8)$$

$$b = l\lambda/4 \quad \dots\dots\dots (9)$$

(k、lは任意の自然数)を満足する場合には著しくウエハライメントマークのコントラストが損なわれる場合がある。尚、図8において83はウエハライメントマークである。

【0044】この場合にはウエハライメントマーク83の照明光の波長を変化させることにより上記条件から外れることによりウエハライメントマークのコントラストが向上しS/Nが改善される。

40 【0045】一般にコントラストの向上は上記分散値を小さくする効果がある。そこで、アライメント照明光の波長を変化させ各アライメント光においてウエハライメントマークを観察し最適パラメータを算出し、全てのアライメント光において各々の最適パラメータを算出した後に、その内でもっとも低い分散値を持ったアライメント光とパラメータの組を選択することにより、最適なアライメント光源とパラメータの組を決定している。

【0046】次にこのような本実施例の位置合わせの手順を説明する。まず、ウエハWを搬送ハンド機構(不図示)によってウエハステージ114上に送り込み、真空吸着によりウエハステージ114上に固定する。

50 【0047】次にウエハWの観察しようとするショットのウエハライメントマークWMを投影光学系11の光軸下の位置にウエハステージ114により送り込み撮像

装置19にて観察可能な位置に保持する。

【0048】次に照明光源12のHeNeレーザからの光によりウエハアライメントマークWMを照明し、計測パラメータの最適化を行ない第1アライメント手段としての最適パラメータの組を保持する。次に照明光源13のハロゲン光による照明に切替え再び第2アライメント手段としての計測パラメータの最適化を行なう。

【0049】このようにして得られた2組のパラメータの組とその分散値を比較し、分散値の小さい照明光とパラメータの組を選択し不図示の制御コンピュータの記憶装置に記憶させ、次にアライメント動作に入る際にこの照明光と、計測パラメータの組を使用する。

【0050】このように、一つのショットで照明光の選択とパラメータの選択を行なってもよいが、より最適化の精度を上げるためにはウエハW内の複数のショットでパラメータの最適化を行ない、そのパラメータの平均値と分散の平均値を出力し、各々の照明光における分散値の平均を比較し、もっとも小さい値を示す照明光源とパラメータを選択し、このときの処理パラメータを制御コンピュータに記憶させアライメント動作時に選択された照明光とパラメータを使用してもよい。

【0051】次に制御コンピュータに記憶されたアライメント照明光とパラメータを使用し、ウエハWのアライメントを行ないアライメントした位置に従って不図示のステージ制御装置によりウエハステージ114を駆動させ、ステップアンドリピートで露光している。

【0052】更に計測したウエハWと同じプロセス条件のウエハをアライメントする際には、前記制御コンピュータ内の記憶装置に記憶された最適な照明光と最適なパラメータを参照することによりアライメントを行なっている。

【0053】

【発明の効果】本発明によれば以上のようにアライメント手段及びアライメントパラメータ等を適切に設定することにより、種々のプロセスを経てもウエハ面上のアライメントマークを高精度に、しかも効率良く検出し、レチクルとウエハとの位置合わせを高精度に行なうことができる、特にステップアンドリピート型の投影露光装置に好適な位置合わせ装置及びそれを用いた投影露光装置を達成することができる。

【0054】この他本発明によればアライメントマークの形状の変化及び光学的反射条件の変化に対して、予めアライメントマークを複数のアライメント手段で観察し、各々のアライメント手段において処理パラメータを変化させた時の計測精度に関連する特徴量としてアライ

メントマークの異なるいくつかの部分でのアライメントマークの位置の計測ばらつきの程度を採用し、ばらつきの精度がもっとも小さくなるような処理パラメータを、アライメントマークをもっとも精度良く検出するような処理パラメータと決定することにより、アライメントしウエハを焼付けて誤差検定用のバーニアマークを計測することなくアライメント手段と処理パラメータを自動でフィッティングすることが可能となり、アライメント精度を向上させることが可能となる。

【0055】更に本発明によればアライメント手段と処理パラメータを変化させてアライメントマークを観察する際にアライメントマークを複数回計測し、その計測ばらつきをアライメント手段と処理パラメータを変化させたときの計測精度に関連する特徴量とすることにより、アライメントしウエハを焼付けて誤差検定用のバーニアマークを計測することなくアライメント手段と処理パラメータを自動でフィッティングすることが可能となり、アライメント精度を向上させることが可能となる。

【図面の簡単な説明】

【図1】 本発明の投影露光装置の実施例1の要部概略図

【図2】 本発明に係るアライメントマークの説明図

【図3】 本発明に係るテンプレートの説明図

【図4】 ウエハ面上のアライメントマークの説明図

【図5】 図1の一部分の説明図

【図6】 本発明に係るアライメントマークの信号処理の説明図

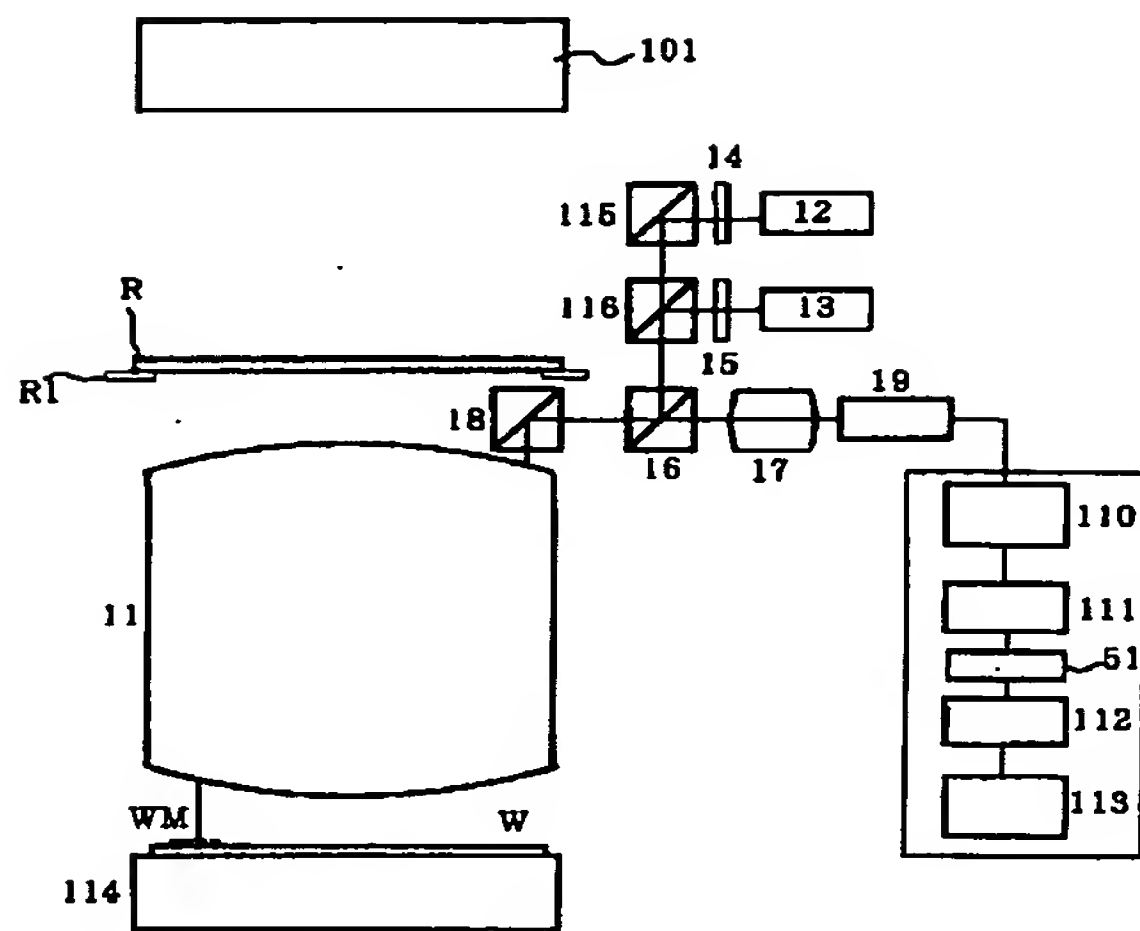
【図7】 本発明に係るアライメントマークの信号処理の説明図

【図8】 ウエハ面上のレジストからの反射光の説明図

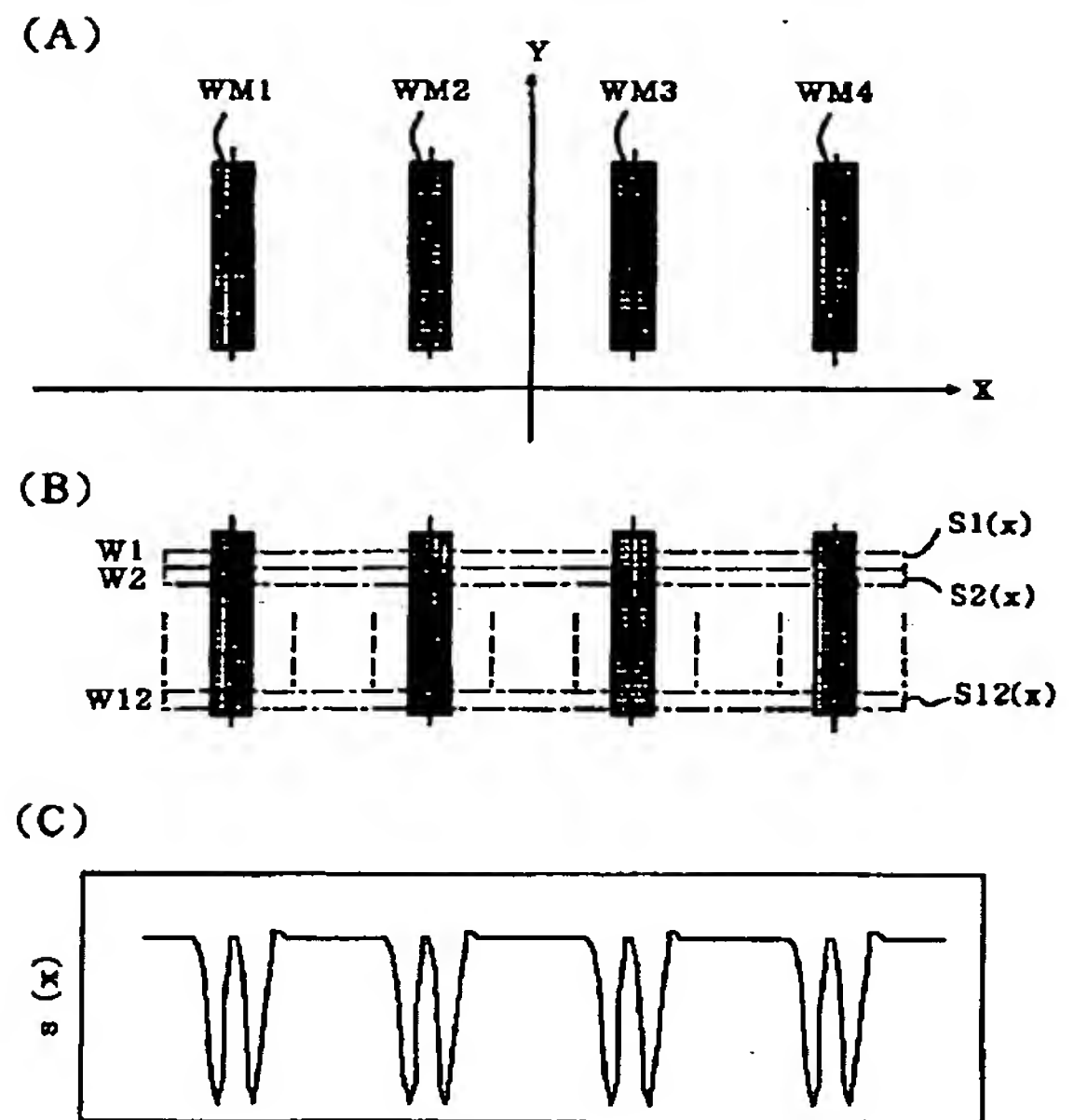
【符号の説明】

11 投影光学系
12, 13 照明光源
14, 15 シャッター
16 ビームスプリッター
17 結像光学系
18 ミラー
19 撮像装置
R レチクル
W ウエハ
WM ウエハアライメントマーク
101 照明系
114 XYZステージ
115 ミラー
116 ハーフミラー

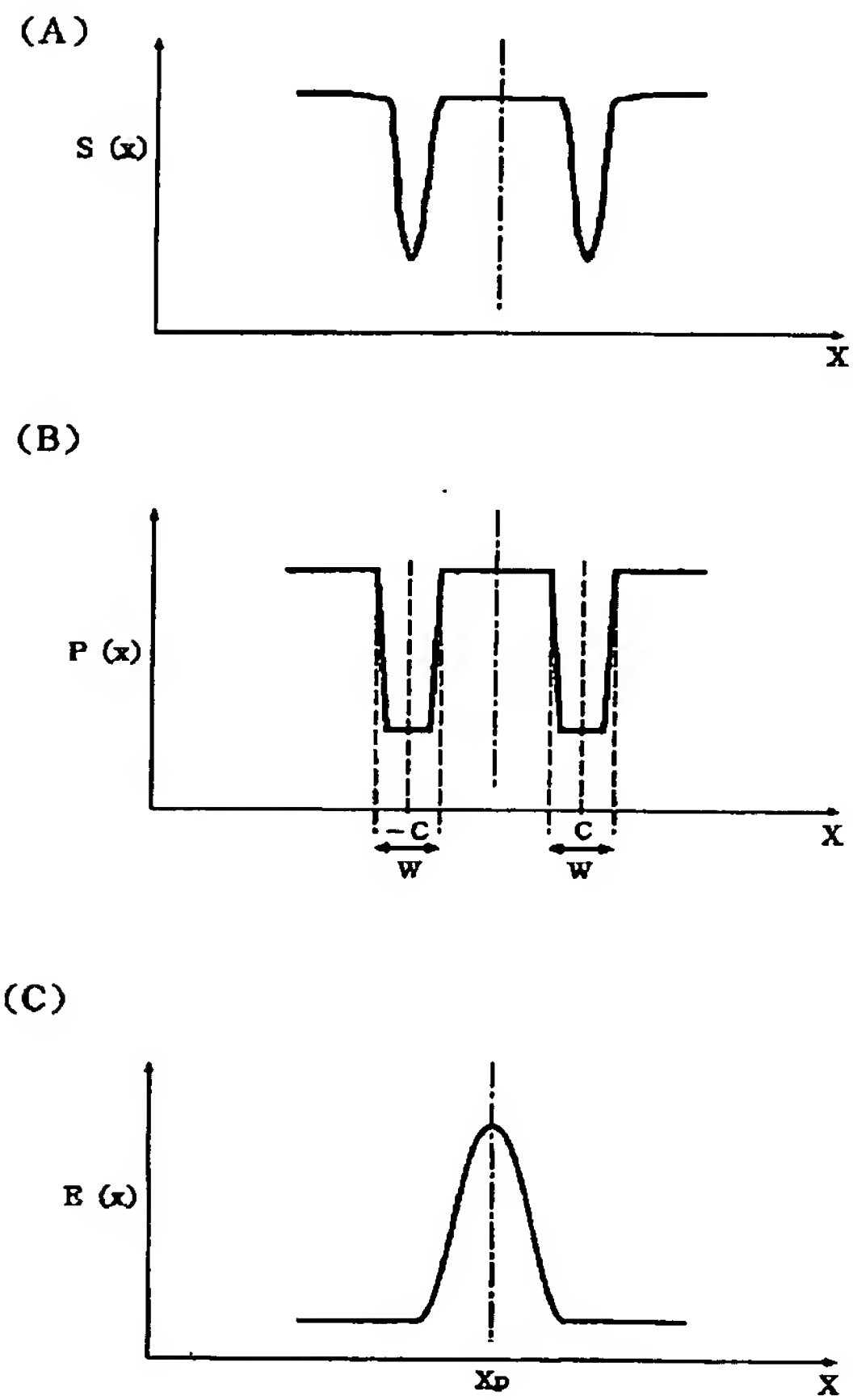
【図1】



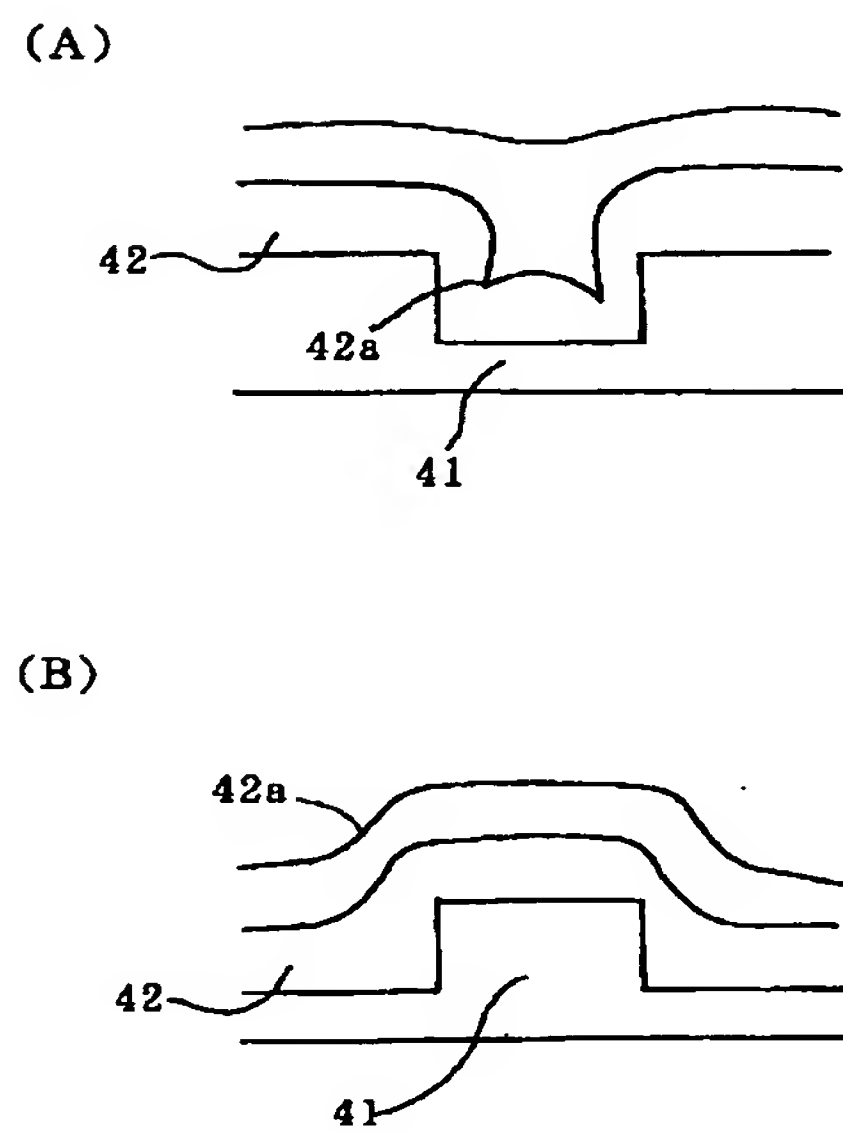
【図2】



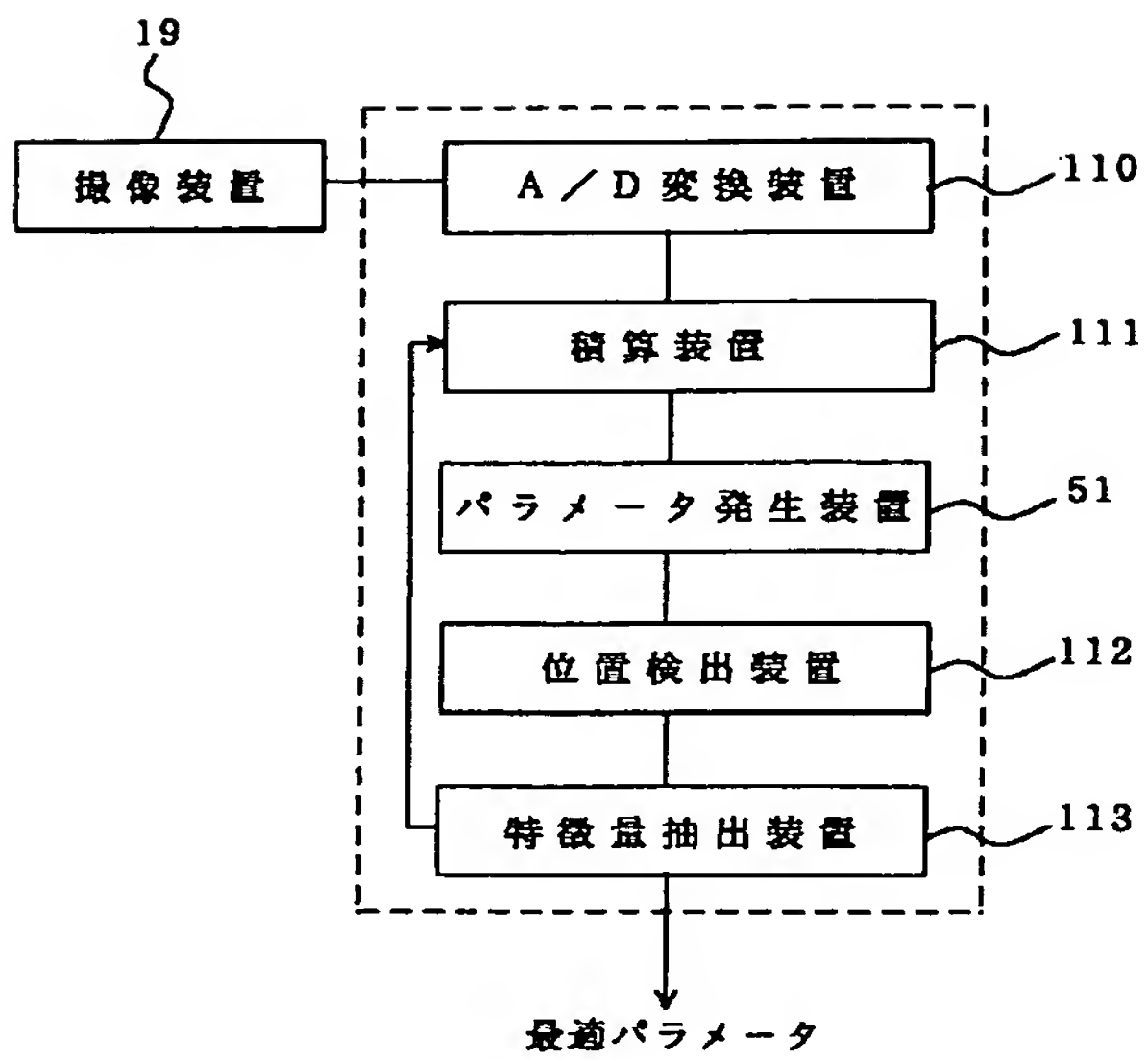
【図3】



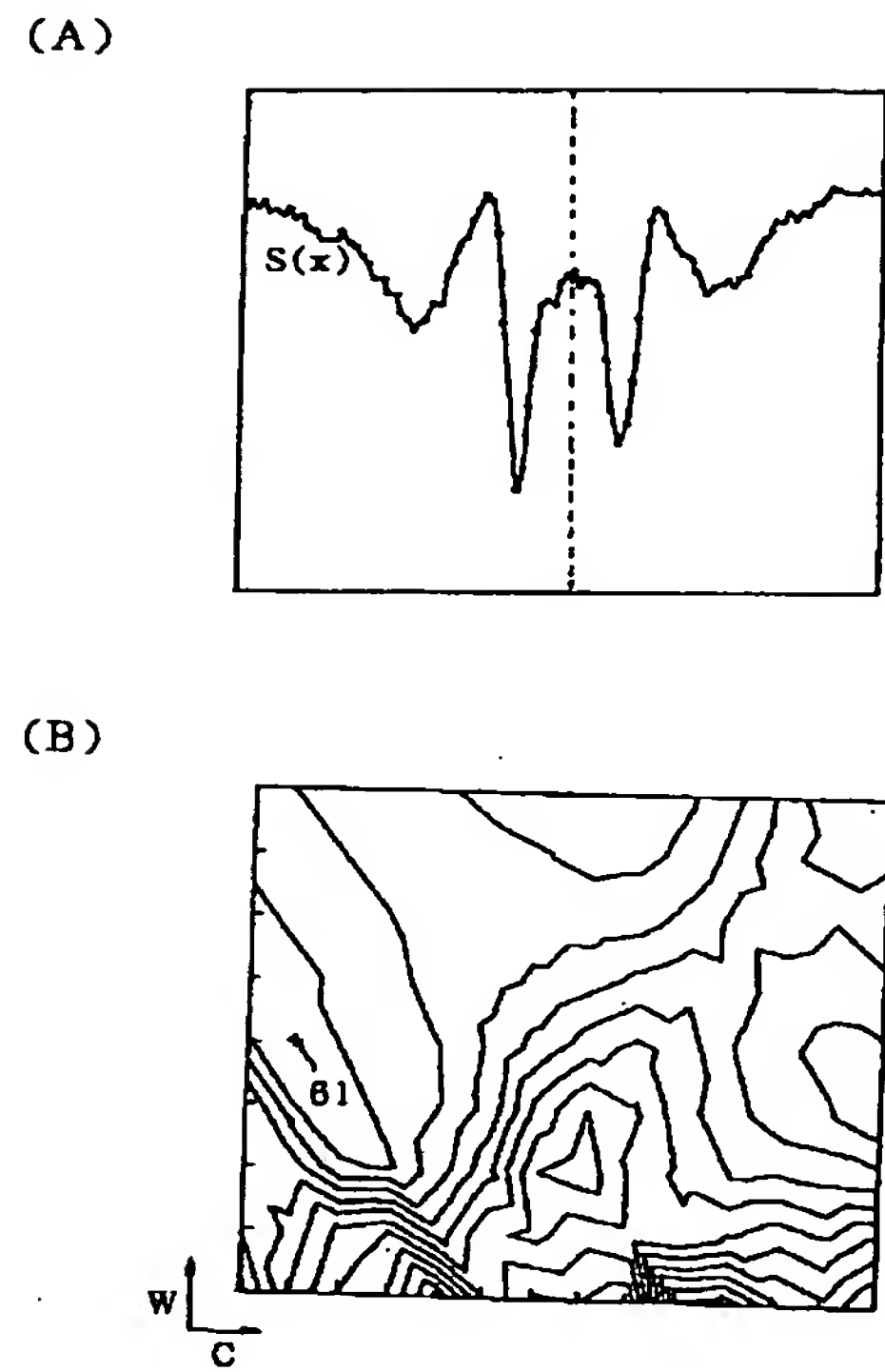
【図4】



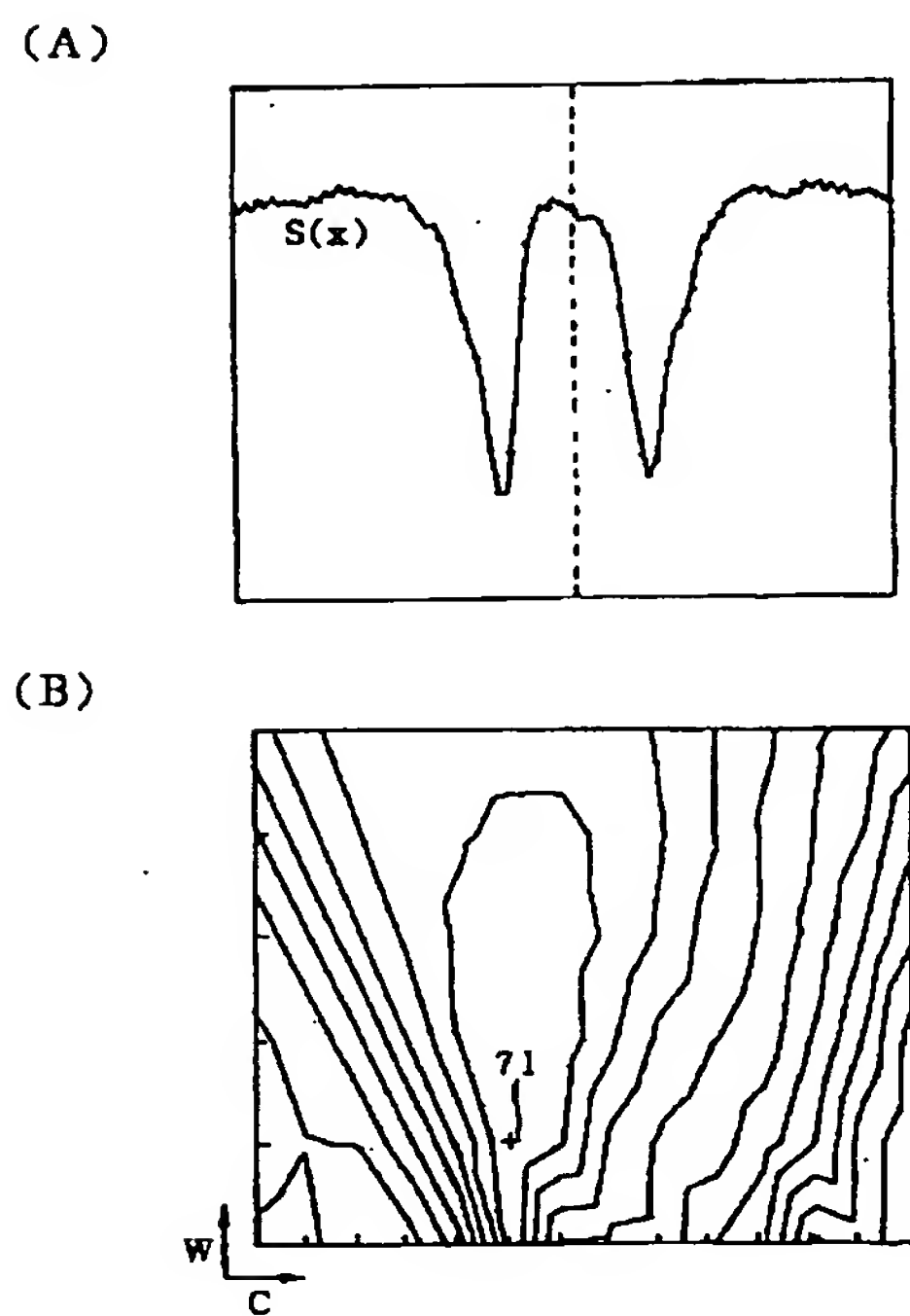
【図5】



【図6】



【図7】



【図8】

